

POWER PLANT CONTROL UNIT

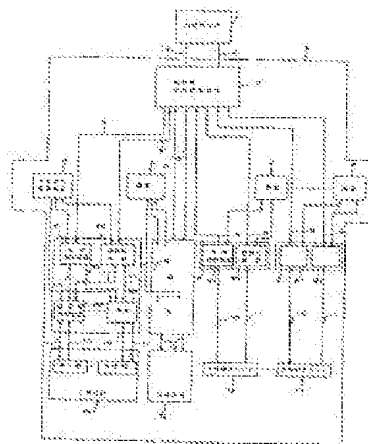
Patent number: JP3195327 (A)
Publication date: 1991-08-26
Inventor(s): NIKAWARA SEIITSU; SAKAMOTO TATSUO; TAKAHASHI MASA HARU
Applicant(s): HITACHI LTD
Classification:
- **international:** **H02J3/38; H02J3/46; H02J3/38; H02J3/46;** (IPC1-7): H02J3/38; H02J3/46
- **european:**
Application number: JP19890323737 19891215
Priority number(s): JP19890323737 19891215

Also published as:

JP2786281 (B2)

Abstract of JP 3195327 (A)

PURPOSE:To improve stability of power system through a simple unit by receiving a load-dispatch instruction, in the unit of power plant, from a load-dispatch office and determining load, to be born by each power plant, at a power plant load regulator. **CONSTITUTION:**A load-dispatch instruction 4 is provided, as an integral instruction for each power plant 2 unit, from a load-dispatch office 1 to a power plant load regulator 3. Totally optimal share of load for each power plant unit 7 or operation schedule is then determined and unit output request commands 8, 8', 9, 9' are provided to load controllers 51, 51' or automation units 52, 52'. Based on the request commands 8, 8', 9, 9', the load controllers 51, 51' and the automation units 52, 52' provide output control commands to respective power plant units 7 thus operating the power plant units 7.; On the other hand, a central operation monitor 6 monitors the plant.



.....
Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁（J P）

(12) 特 許 公 報（B 2）

(11)特許番号

第2786281号

(45)発行日 平成10年(1998) 8月13日

(24)登録日 平成10年(1998) 5月29日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 2 J 3/46

H 0 2 J 3/46

B

3/38

3/38

B

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平1-323737

(22)出願日 平成1年(1989)12月15日

(65)公開番号 特開平3-195327

(43)公開日 平成3年(1991)8月26日

審査請求日 平成8年(1996)11月20日

(73)特許権者 999999999

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

(72)発明者 二川原 誠逸

茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式

会社日立製作所日立工場内

(72)発明者 坂本 辰雄

茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式

会社日立製作所日立工場内

(72)発明者 高橋 正治

茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式

会社日立製作所日立工場内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男 (外1名)

審査官 小曳 満昭

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発電所制御装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の発電ユニットと、該発電ユニットごとに設けられた制御装置と、発電ユニットごとに設けられ、当該発電ユニットの運転状態を表示し、前記制御装置を介して当該発電ユニットへ操作信号を与える中央操作監視装置を備え、給電指令所からの給電指令に従って発電ユニットが運転される発電所において、給電指令所から発電所として達成すべき給電指令を受けとり、各発電ユニットが達成可能な負荷を演算して、各発電ユニットに配分する発電所負荷調整装置を設けたことを特徴とする発電所制御装置。

【請求項2】複数の発電ユニットと、該発電ユニットごとに設けられた制御装置と、発電ユニットごとに設けられ、当該発電ユニットの運転状態を表示し、前記制御装置を介して当該発電ユニットへ操作信号を与える中央操

10

2

作監視装置を備え、給電指令所からの給電指令に従って発電ユニットが運転される発電所において、給電指令所から発電所として達成すべき給電指令を受けとり、給電指令の種別に応じた評価項目を最適化すべく各発電ユニットの負荷を演算して、各発電ユニットに配分する発電所負荷調整装置を設けたことを特徴とする発電所制御装置。

【請求項3】複数の発電ユニットと、該発電ユニットごとに設けられた制御装置と、発電ユニットごとに設けられ、当該発電ユニットの運転状態を表示し、前記制御装置を介して当該発電ユニットへ操作信号を与える中央操作監視装置を備え、給電指令所からの給電指令に従って発電ユニットが運転される発電所において、給電指令所から発電所として達成すべき給電指令として経済負荷配分信号を受けとり、熱効率を最大とすべく各

発電ユニットの負荷を演算して、各発電ユニットに配分する発電所負荷調整装置を設けたことを特徴とする発電所制御装置。

【請求項4】複数の発電ユニットと、該発電ユニットごとに設けられた制御装置と、発電ユニットごとに設けられ、当該発電ユニットの運転状態を表示し、前記制御装置を介して当該発電ユニットへ操作信号を与える中央操作監視装置を備え、給電指令所からの給電指令に従って発電ユニットが運転される発電所において、給電指令所から発電所として達成すべき給電指令として自動周波数調整信号をうけとり、各発電ユニットの許容負荷変動率余裕を均一化すべく各発電ユニットの負荷を演算して、各発電ユニットに配分する発電所負荷調整装置を設けたことを特徴とする発電所制御装置。

【請求項5】複数の発電ユニットと、該発電ユニットごとに設けられた制御装置と、発電ユニットごとに設けられ、当該発電ユニットの運転状態を表示し、前記制御装置を介して当該発電ユニットへ操作信号を与える中央操作監視装置を備え、給電指令所からの給電指令に従って発電ユニットが運転される発電所において、給電指令所から発電所として達成すべき給電指令として自動無効電力調整信号をうけとり、各発電ユニットの無効電力余裕を均一化すべく各発電ユニットの負荷を演算して、各発電ユニットに配分する発電所負荷調整装置を設けたことを特徴とする発電所制御装置。

【請求項6】複数の発電ユニットと、該発電ユニットごとに設けられた制御装置と、発電ユニットごとに設けられ、当該発電ユニットの運転状態を表示し、前記制御装置を介して当該発電ユニットへ操作信号を与える中央操作監視装置を備える発電所に対して、発電所として達成すべき一括の給電指令を与える給電指令所。

【請求項7】複数の発電ユニットと、該発電ユニットごとに設けられた制御装置と、発電ユニットごとに設けられ、当該発電ユニットの運転状態を表示し、前記制御装置を介して当該発電ユニットへ操作信号を与える中央操作監視装置を備える発電所に対して発電所として達成すべき一括の給電指令を与え、発電所側において個々の発電ユニットの運転状態を考慮して各発電ユニットに配分する給電指令システム。

【請求項8】複数の発電ユニットと、該発電ユニットごとに設けられた制御装置と、発電ユニットごとに設けられ、当該発電ユニットの運転状態を表示し、前記制御装置を介して当該発電ユニットへ操作信号を与える中央操作監視装置を備える発電所に対して給電指令所から発電所として達成すべき一括の給電指令を与え、発電所内に設けられた発電所負荷調整装置は前記一括の給電指令を個々の発電ユニットの運転状態を考慮して各発電ユニットに配分するとともに、発電所として一括の給電指令を達成できないときはこの旨を給電指令所に連絡する給電システム。

【発明の詳細な説明】

〔産業上の利用分野〕

本発明は複数の発電ユニットで構成される発電所の制御装置に係り、特に給電指令所からの給電指令信号を発電所として一括して得、各発電ユニットに対する出力要求を決定する発電所制御装置に関する。

〔従来の技術〕

電力システムはその安定運用のために、給電指令所からの給電指令に沿って各発電ユニットの出力が調整される必要がある。

特開昭61-157233号は、給電指令所からの給電指令に沿って運転される発電ユニットとして複数の複合サイクル発電設備で構成される発電ユニットの例を示している。ここではガスタービンと、その排ガスの保有する熱を利用して蒸気を発生させる排熱回収ボイラと、蒸気タービンと、ガスタービンと蒸気タービンにより駆動される発電機とより成る複合サイクル発電設備は、その総電気出力が10万kW程度であることから、複数の複合サイクル発電設備を1つの発電ユニットとして給電指令所からの給電指令に沿って運転する。

尚、火力発電所はボイラとタービンと発電機とより成る汽力発電設備（以下これも発電ユニットという）を通常複数有しているが、給電指令所からの給電指令信号は発電ユニットごとに与えられる。ちなみに、発電ユニットとは汽力発電設備の場合には第N号機、複合サイクル発電ユニットの場合には複数組をまとめて第N号機系列と通常称されるものである。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記の公知例においては、個々の発電ユニットに対して給電指令所から給電指令が与えられており、複数の発電ユニットを備える発電所という観点からみると統括的運用のされていないのが実情である。このことをより詳細に説明すると、第2図は複数の発電ユニットを備える典型的な発電所設備を示したものであり、本例では複数台の発電設備（軸と称す）から成る複合サイクル発電ユニット（系列と称す）2セット（1号系列及び2号系列）と、従来の石炭を燃料とする汽力発電ユニット3セット（1号、2号及び3号機）の合計5セットを発電ユニットとして備える。なお、発電所とはこれら5セットの発電ユニットと開閉所設備、純水処理装置、排水処理装置、燃料貯蔵設備、揚貯運炭設備、取水設備といった上記発電ユニットに共通の付帯設備を含めた発電設備全体を指す。

このように、この発電所は例えば5つの発電ユニットを有するが、これらの各発電ユニットは公知例から明らかなように給電指令所と第3図のように個々に結合されて運転されている。つまり、給電指令所1からの給電指令信号12は、発電所2の各発電ユニット7ごとに個別に夫々の制御装置5に印加され、制御装置5により各発電ユニット7が制御される。発電ユニットが汽力発電所7a

の場合、制御装置5は負荷調整装置を含み、ボイラ、タービン、発電機等の出力を給電指令信号12に応じて制御すべく5と7a間で信号10のやりとりをする。発電ユニットが複合サイクル発電ユニット7bの場合、制御装置5は例えば上記特開昭61-157233号のように構成され、給電指令信号12は系列負荷制御装置51において各軸ごとの軸負荷制御信号12'に分配される。軸負荷制御装置52では軸負荷制御信号12'に合致させるべく、信号10により各軸を構成するガスタービン、排熱回収ボイラ、蒸気タービン、発電機等の出力を調整する。そして、各発電ユニット7ごとに、このユニット内のプラント情報を監視し、かつプラント各部を制御することのできる中央操作監視盤6が設けられる。第2図の発電所の例では中央操作監視盤は第3図のように各ユニットに1盤ずつ合計5盤設けられる。

このように、従来のシステムにおいては発電ユニット7は個々に給電指令所1の指揮下にあり、発電所自体には、その発電所内発電ユニットを統括的に制御・監視する機能を持っていない。

このため、給電指令所ではその管理する発電ユニット数が膨大のため内部演算処理が複雑となる。また、発電ユニット側の事情を考慮せずに給電指令が一方的に与えられるので、給電指令に応じきれないときは電力システムの不要な周波数変動を生じる結果となる。

以上のことから本発明においては、簡単な装置で電力システムの安定度向上に貢献することのできる発電所制御装置を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明では、発電所単位で給電指令所からの給電指令を受け、発電所負荷調整装置において各発電ユニットの

〔作用〕

発電所負荷調整装置は発電所に設置されるので、各発電ユニットにおける出力余裕等の事情を十分把握したうえで、給電指令を達成すべく各発電ユニットへの出力分担を決定する。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を図面により説明する。

第1図は給電指令所1と、第2図の発電所2に設けた発電所負荷調整装置3、および発電ユニットごとの制御装置5,5'（各発電ユニット7の負荷制御を行う負荷制御装置51,51'、発電ユニットの自動化装置52,52'、軸負荷制御装置53'を含む）との関係を示す本発明の全体構成図である。

本発明では給電指令所1からの給電指令4を、性能、出力、燃料等の異なる多種の発電ユニット7で構成される発電所2単位の一括指令値として発電所負荷調整装置3で受ける。そして、各発電ユニット7の現在の運転状態を示す運転情報10,10'、11,11'や発電ユニット7の特性等の運転情報を管理している負荷制御装置51,51'

や発電ユニットの自動化装置52,52'からの運転情報8,8',9,9'に基づいて発電所2のトータルとしての最適な各発電ユニット7の出力分担あるいは運転スケジュールを決定し、各発電ユニットの負荷制御装置51,51'や発電ユニットの自動化装置52,52'にユニット出力要求指令8,8',9,9'を与える。各々の発電ユニットの負荷制御装置51,51'や発電ユニットの自動化装置52,52'は、要求指令8,8',9,9'に基づき、各発電ユニット7に出力制御指令を与え発電ユニット7を運転する。

他方、中央操作監視装置6は各発電ユニットごとに設けられ、その発電ユニットの運転状態を示す情報が表示されて運転員によるプラント監視が行なわれている。また中央操作監視装置6を介して、運転員による操作信号、許可信号等が制御装置5,5'に与えられプラント運転される。

第4図は汽力発電プラント7aの場合の第1図における情報の流れを示したものである。第4図において、給電指令所1から発電所負荷調整装置3に与えられる給電指令4としては、発電所単位一括として時々刻々の負荷要求指令、AFC（Automatic Frequency Control）指令あるいは無効電力指令であつたり、負荷予告指令、無効電力予告指令あるいは運転台数予告指令であつたりする。

各汽力発電ユニット7aは負荷制御装置51あるいは各発電ユニットの自動化装置52からは、発電所負荷調整装置3において給電指令4（発電所の負荷要求指令、AFC指令、無効電力指令）にもとづき発電所トータルとしての最適な発電ユニットの出力分担及び運転スケジュールを決定するための発電ユニット運転情報82,92として、各発電ユニットの出力調整に影響を与える熱効率特性（第10図）、許容負荷変化率特性（第11図）、許容負荷上、下限値特性（第12図）、許容負荷変動率特性（単位時間当りの負荷変動回数、第13図）、許容負荷急変変動巾特性（第14図）、機器の寿命消費率、発電機の無効電力運転許容特性（第15図）、現在の運転状態（発電出力、無効電力）、運転中／起動あるいは停止操作中／停止中といった発電ユニットの状態情報などが発電所負荷調整装置3に与えられる。これらの特性については、その詳細を後述するが、発電ユニットごとの個別の特性として予め準備されており、かつ必要に応じてその都度修正されている特性である。

これらの情報に基づき、発電所負荷調整装置3において、各発電ユニットの許容運転制限内で発電所トータルとして最適な、各発電ユニットの出力分担及び運転スケジュールを決定し、各発電ユニットの負荷制御装置51,51'あるいは各発電ユニットの自動化装置52,52'に発電ユニット出力分担指令81及び運転スケジュール91を与える。

発電所負荷調整装置3から給電指令所1への返信情報13の内容としては、給電指令4に対し発電所が許容出来ない場合その許容値である発電所としての実行可能負

荷、実行可能負荷変動巾、実行可能無効電力、実行可能運転スケジュール、発電ユニットの運転可動台数などである。

第5図は、複合サイクル発電ユニットの場合を説明した図である。複合サイクル発電ユニット7bは複数の発電設備（軸と称す）より構成されるため、各軸と発電所負荷調整装置3の間に各軸の統括制御として負荷制御装置51'や自動化装置52'が存在する。負荷制御装置51'や自動化装置52'では発電所負荷調整装置3により決定された系列としての出力分担指令81'と運転スケジュール指令91'を受け、系列として最適な各軸の分担指令10'aあるいはスケジュール11'aを軸制御装置53'へ送る。一方、発電所としての最適な発電ユニットの出力分担や系列としての最適な軸出力分担を決定するための情報として第4図における発電ユニットからの情報と同様のデータ10'b, 11'bが各軸より与えられる。

第6図は第1図における発電所負荷調整装置3の機能を表わした図である。発電所一括としての出力要求指令や出力予告指令などの給電指令値A'に対して現在の発電所実状態値あるいはある時間後の予定発電所実状態値B'との偏差（ $A - B$ ）を処理ブロック31で計算し、その偏差分（ $A - B$ ）が発電所の各発電ユニットの許容値C内であつて発電所トータルとして最適となるよう停止中や起動途中の発電ユニットを除いた配分可能な発電ユニットに処理ブロック32で最適配分し、その各発電ユニットの配分値 $+\Delta_1, +\Delta_2, \dots, +\Delta_N$ を各発電ユニットに指令値として与える。この場合に、この指令値 $+\Delta_1, +\Delta_2, \dots, +\Delta_N$ に対して追従出来ない発電ユニットがあつた場合には、追従出来ない発電ユニットを除いて、配分可能な発電ユニットに許容値内でかつ最適配分となるよう再配分し、その再配分値を各発電ユニットに指令値として与える。偏差分（ $A - B$ ）が前記の如く最適配分を行つたとしても発電所トータルとして吸収できず、発電ユニットの許容値を越えてしまう場合には、発電所として実行可能な出力あるいは実行可能な出力予告などの情報13（第1図、第4図）を給電指令所1へ返信することになる。

前記発電所トータルとしての各発電ユニットへの最適配分の決定方法を第7図～第9図を用いて説明する。

これに先立ち、給電指令所1から発電所負荷調整装置3に与えられる給電指令を幾つかに分類してみると、第16図に示すように数十分以上の長期的オーダーで発電ユニットが追従することを求めるもの（通常、経済負荷配分信号ELDと称する）、分オーダーでの発電ユニットの追従を求めるもの（通常自動周波数調整信号AFCと称する）、前2者が発電ユニットの有効電力の調整を指令するもの（通常自動無効電力調整信号AQCと称し、前2者では発電機の機械的入力を調整するに対し、発電機の界磁入力を調整する）とに大別される。尚、予告指令

とは所定時刻に発電ユニットが到達すべき負荷を指示（通常、ELD信号の一部に含まれる）するものとか、発電ユニットの計画的な起動／停止を指示するもの等がある。

給電指令は以上のように分類され夫々性格の異なるものであることから、各発電ユニットに負荷配分する際の観点、つまり評価項目が相違する。例えばELD信号は、一度負荷設定されると長期間その負荷で一定運転されることを前提としたものであるために、評価項目として発電所全体としての熱効率をとりあげ、これを最大とする負荷配分をするのがよい。そしてこれを実現するための制約条件としては、ELDが負荷増減巾として与えられるときには各発電ユニットの許容負荷変化率、許容負荷上下限值、許容負荷変動率、機器の寿命消費率を考慮すべきであり、その許容値内で評価項目で最良（熱効率最大）となる配分をすべきである。またELDが負荷予告指令として与えられるときも同様の制約条件を考慮して配分する。次にAFC信号は、分オーダーで頻繁に変動するものであることから、負荷配分は発電ユニット自体がこの変動に耐え得るか否かといった観点から行なわれる必要があり、例えば現状の負荷変動率実績値に対する許容負荷変動率の余裕を評価項目とし、これを最良とすべく負荷配分する。この場合の制約条件としては許容負荷変動巾や機器の寿命消費率を考慮すべきである。AQC信号のときは、発電機のとり得る無効電力に制限があることから、現状運転無効電力値と無効電力許容値との差分（無効電力余裕）を評価項目とし、これに応じて負荷配分すべきであり、このときには各発電ユニットの発電機運転許容特性上の低励磁、過励磁制限を制約条件とする。以下具体的な配分手法について説明する。

第7図は給電指令所1から発電所2全体としての負荷増減の負荷要求指令A'（ELD信号）が来た場合を示す。この負荷要求指令値A'と発電所実状態値B'との偏差分（ $A' - B'$ ）は100で比較され、これが正でない場合には、101において停止中あるいは起動途中の発電ユニットを除いた発電ユニットの中で、許容負荷変化率、許容負荷上下限值、許容負荷変動率、機器の寿命消費率といった制約条件の許容値内で第7図に示す各発電ユニットの熱効率の変化率が一番小さい順（すなわち、発電ユニットの出力を減少させた時に熱効率の下がり方が最も小さい）から優先的に偏差分（ $A' - B'$ ）の配分値を決定していく。偏差分（ $A' - B'$ ）が正の場合には、102において前記と同様に発電ユニットの制約条件の許容値内で熱効率の変化率が一番大きい順（すなわち、発電ユニットの出力を増加させた時に熱効率の上がり方が最も大きい）から優先的に偏差分（ $A' - B'$ ）の配分値を決定していく。

この決定手法について、より詳細に説明すると、負荷配分は熱効率最大となるように行なわれるが、熱効率は第10図に示すように発電ユニット負荷により異なり汽力

発電の場合は7aに示すように、負荷大なるほど効率が低い傾向にある。また複合発電では軸台数制御を行なうと7bのような傾向を示す。尚、熱効率の負荷に対する特性は第10図のようであるが、各発電ユニットの効率値は同じ型式の発電ユニットであつても一般には相違している。このことは以下の第11図から第15図でも同じであり、要するにこれらの特性は5つの発電ユニット分準備されている。第10図のみをみると、複合発電ユニットに多くの負荷分配をすればよいように思えるが、この複合発電ユニットは定格負荷で運転されていることが多いと考えられ、これ以上の負荷増大はできない場合がありうる。このため、各発電ユニットごとにさらに以下の制約条件も考慮する。制約条件を守れるか否かの検討は、熱効率の高い発電ユニットから順に行なわれ、従つて例えば熱効率の高い3ユニットで所定負荷要求を達成できれば残りの2ユニットについての負荷分配は行なわれない。

I. 発電ユニットの負荷変化率特性

第11図は発電ユニットの負荷変化率特性を表わした図である。不可変化率は発電ユニット毎にそれぞれの負荷の大きさによつて違った変化をする特性を有する。同図中汽力発電ユニットの特性7aは低負荷のとき1～2%/分、高負荷のとき3～5%/分程度の負荷変化率で運転可能であることを示しており、これ以上の負荷変化率での運転は好ましくない。特性7bは複合発電ユニットの負荷変化率であり、例えば40%負荷以上のときは10数%/分程度の高変化率とできる反面、それ以下の負荷では負荷変化率は低く抑えられている。この第11図の特性を用いて、熱効率の観点から選択された発電ユニットが給電指令に速やかに応答できるユニットが否か判断される。

II. 発電ユニットの許容負荷上下限值

汽力発電ユニットは、そのボイラに空気・水・燃料を供給するための系統が夫々並列の複数系統で構成され、その一部が停止しても運転継続できるようにされている。例えば汽力発電ユニットの石炭供給系統についてみると例えば4台の石炭ミル（以下補機という）があり、補機1台では0～35%、2台では70～90%、3台では90～25%、4台では100～50%負荷の範囲で運転できる。第12図は石炭ミルの台数と許容負荷上下限值との関係のみをとりあげて簡略化して示したものがあるが、実際の汽力発電ユニットでは、その他の補機として空気供給用ファン、給水ポンプ、給水加熱器等があり、第12図の特性は実際にはこれら個々の補機特性の合成特性として表わされる。複合発電ユニットの場合は、給水ポンプと給水加熱器台数で定まる上下限値のほかに、複合発電ユニットの軸数により第12図の特性が定まる。この特性によれば、石炭ミル3台で負荷50%で運転中に、この発電ユニット負荷を100%負荷しようすると、4代目の石炭ミルを起動する必要がある、起動に要する時間を見ると給電指令に速やかに応答できる限界は90%負荷までということになる。この第12図の特性を用いて、熱効率の

観点から選択された発電ユニットが給電指令に速やかに応答できるユニットか否か、また否としたらどこまで応答できるかが判断される。

III. 発電ユニットの許容負荷変動率

第13図は発電ユニットの許容負荷変動率特性を表わした図である。各発電ユニットの出力運転時間積算値に対し、出力運転での負荷変化回数の積算値の比として求めれば負荷変動率は常に出力運転での平均値を示すことになり、また発電ユニットの機器耐用年数は負荷変化回数に大きく依存するも1回の負荷変化をみた時には負荷変化量の大きさによつて機器寿命損耗度が異なることから負荷変化回数を負荷変化量の大きさに補正し、補正された負荷変化回数をもとにして求めた許容負荷変動率特性（a）に対し、現時点までの運転実績負荷変動率特性を（b）とした場合、現時点での負荷変動率の許容負荷変化回数は、（a－b）となる。従つて、発電ユニットへの指令に対し現時点での負荷変動率が許容負荷変動率特性を越え、負荷変化制限領域にある発電ユニットは正常運転領域に引き戻すべく、負荷変化をさせず、負荷変化許容回数に余裕のある他の発電ユニットに委ねることになる。以上の観点から、熱効率上選択された発電ユニットであつても、負荷変化を許容しないことがある。

IV. 機器の寿命消費率

特に図示しないが、例えば蒸気タービン又はガスタービンの高温メタル部分の熱応力に基づいて、これらの機器の寿命消費率を求め、これを負荷変化の際の制約条件とする。

本発明においては、経済負荷配分信号ELDを受信するとき熱効率を最大とすべく負荷を分配するが、この具体例を第19図を用いて説明する。但し、同図（a）（b）（c）は夫々1～3号機の熱効率特性を示しており、夫々の現在負荷をX,Y,Zとしている。

$(A' - B') > 0$ の時

1号機～3号機の現在運転出力における熱効率の変化率を、 α 、 β 、 γ とし、今 $\alpha < \beta < \gamma$ であるとする。

中給指令 A' と現在の発電所合計出力 B' との偏差 $\Delta KW (= A' - B')$ をまず、熱効率の変化率が最も大きい3号機へ配分する。（ただし、定格出力以上の要求はしない。定格出力以上の要求があつた場合には、配分出来なかつた分を次に熱効率の変化率が大きい2号機へ配分する。以下同様に配分していく。）

3号機へ ΔKW を配分した結果の出力 $(Z + \Delta KW)$ における熱効率の変化率 γ' が2号機の熱効率の変化率 β よりも小さくなる時には3号機への配分値 ΔKW の一部 $\Delta KW'$ （ γ と γ' の接線の交点aに当たる出力との差分）を2号機へ配分する。この時 $(Y + \Delta KW')$ の熱効率の変化率 β' 、また3号機のa点における出力 $Z + (\Delta KW + \Delta KW')$ における熱効率の変化率を γ'' とする。 $\gamma'' < \beta'$ の時は、以下、上記と同様の方法で配分計算をし決定する。 $\gamma'' > \beta'$ の時は、2号機の β と β' の接線

の交点bに当たる出力 $Y + (\Delta KW' - \Delta KW'')$ との差分 $\Delta KW''$ を3号機側へ戻し、以下同様に熱効率の変化率を比較する。以下同様に繰返し計算を行い、例えば調整量が1MW以下となつたら終了し最終配分値を決定する。

同様のことを以下他号機(1号機)も含めて計算し、最適配分値を決定する。

($A' - B'$) < 0の時

前記($A' - B'$) > 0の時と最適配分値の計算手段は同じであるが、($A' - B'$) < 0の今回の場合には、中給指令 A' と現在の発電所合計出力 B' との偏差分 ΔKW は負であり、減少分の配分値を決定することになる為、($A' - B'$) > 0の場合と異なり熱効率の変化率の小さい順に減少分配分値を決定していく。

第7図の、経済負荷配分信号ELDの入力する場合の発電所負荷調整装置における配分は、以上のようにして決定されるが、決定された配分値に対して故障等で現状出力を維持せざるを得ない発電ユニットが生じた時、この発電ユニットを除いた配分可能な発電ユニットの中で発電所トータルとして最も熱効率が良くなるよう前記同様に各発電ユニットの負荷配分値を再分配する。前記のよう

な過程を経て、決定された各発電ユニットへの負荷配分されたことを103で判断し、この結果、偏差($A' - B'$)が全て吸収された場合には104において調整不可分は零、給電指令に追従出来ると判断し、偏差($A' - B'$)が全て吸収されない場合には、105において発電所の実行可能な負荷値を給電指令所1へ返信する。次に給電指令所から出されるELD信号が、負荷予告指令(発電ユニットの運転台数指令も含む)であるとき、これに対して各発電ユニットの最適な運転スケジュールを決定する方法も、基本的には前記負荷増減幅の要求指令に対する各発電ユニットの負荷分担の決定方法と同様に行う。

第8図は給電指令所1から発電所全体としてのAFC指令が来た場合を示す。このAFC指令値の負荷変動幅(A'')と発電所の該実状態値(B'')との偏差分($A'' - B''$)に対しては、106において停止中あるいは起動途中の発電ユニットを除いた発電ユニットの中で、第14図に示す許容負荷急変変動幅や他に機器の寿命消費率といった制約条件の許容値内で第13図より得られる現状の負荷変動率実績値に対し許容負荷変動率の余裕が一番大きい発電ユニットの順から優先的に偏差分($A'' - B''$)の配分値を決定していく。決定された配分値に対して故障等で現状運転を維持せざるを得ない発電ユニットがあつた場合には、この発電ユニットを除き、配分可能な発電ユニットの中での再配分を行う。ここで、AFC指令に対して最適負荷配分するための評価項目は、許容負荷変動率余裕であり、余裕の大きい順から負荷配分するということは、各発電ユニットの運転時間に対する負荷変化回数を管理することである。これは発電ユニットに設定された耐用年限のときに寿命がくるよ

うに発電ユニットの運用しようとの考えに基づく。別の言い方をすると、どの発電ユニットも均一に寿命消費させるという運転を行なうものである。尚、第14図は発電ユニットの許容負荷急変変動幅特性を表わした図である。許容負荷急変変動幅特性は発電ユニットの負荷の大きさにより変化し、その特性は上、下限共に高負荷帯域では低負荷帯域に比べ大きい特性となる。

前記のような過程を経て決定された各発電ユニットへの配分が行なわれたことを107で確認し、この結果、偏差($A'' - B''$)が全て吸収された場合は108において調整不可分が零、給電指令に追従出来ると判断し、偏差($A'' - B''$)が全て吸収されない場合には、109において吸収出来ない分を調整不可分として発電所の実行可能な負荷変動幅を給電指令所へ返信する。

第9図は給電指令所から発電所全体としての無効電力指令が来た場合を示す。この無効電力指令値(A''')と発電所の実状態値(B''')との偏差分($A''' - B'''$)に対しては、110において停止中あるいは起動途中の発電ユニットを除いた発電ユニットの中で、第15図に示す各発電ユニットの発電機の運転許容特性上の過励磁制限および低励磁制限内の無効電力運転許容範囲といった制約条件の許容値内で各発電ユニットの発電機の現在運転無効電力値と無効電力許容値との差分で余裕率が決まり、この余裕率の一番大きい発電ユニットの順から優先的にかつ各発電ユニットの余裕率が等しくなるように偏差分($A''' - B'''$)の配分値を決定していく。この配分は、各発電ユニットの発電機の現在運転無効電力値と無効電力許容値との差分を余裕率として促え、この余裕率の一番大きい発電ユニットの順から優先かつ各発電ユニットの余裕率が平均するように配分値を決定する。

第15図は発電ユニットの発電機無効電力運転許容特性を表わした図である。各発電ユニットの発電機の無効電力運転許容特性は発電機の有効電力と無効電力の大きさに依存した発電機運転許容特性上に遅れ無効電力に対する過励磁制限曲線と進み無効電力に対する低励磁制限曲線で示される特性内の範囲となる。

この範囲内において、現状運転点の無効電力を(d)、この時の許容無効電力を(c)とした時に余裕率は(%)は

$$\frac{c - d}{c} \times 100$$

で表わされる。

前記のような過程を経て決定された各発電ユニットへの配分が完了したことを111で確認し、この結果、偏差($A''' - B'''$)が全て吸収された場合は112で調整不可分が零、給電指令に追従出来ると判断し、偏差($A''' - B'''$)全て吸収されない場合には113において発電所の実行可能な無効電力値を給電指令所へ返信する。

給電指令所から出される無効電力予告指令(発電ユニ

ツの運転台数指令も含む)に対して各発電ユニットの最適運転スケジュールを決定する方法も前記無効電力要求指令に対する各発電ユニットへの配分決定法と同様に行うが、ある期間内の運転スケジュールを決定する為、各発電ユニットの制約条件の許容値としては第15図に示す発電ユニットの発電機無効電力運転許容特性といった特性を用い、無効電力変動に対しても判断できるようにしている。

このようにして得られた各発電ユニットの運転スケジュールにおいて発電所全体として給電指令に対して吸収できない分を調整不可分として給電指令所へ発電所の実行可能な運転スケジュール及び運転予定発電ユニット台数を返信する。

【発明の効果】

上記の発電所負荷調整装置を備える本発明によれば給電指令所からの給電指令を発電所一括の指令として発電所負荷調整装置で受け各発電ユニットの運転情報を基に各発電ユニットの出力分担を決定するので、発電所として最適な運転を行なうことができかつ系統運用性を大幅に向上させることができる。

本発明の効果を第17図と第18図にて説明すると、まず第17図は従来技術における給電指令と各発電ユニットの対応結果を説明した図である。給電指令12は、各発電ユニット単位に送られ、1号発電ユニットにおいては給電指令に対して運転状況からこれを守って運転することが出来ている。2号発電ユニットにおいては給電指令に対して許容を越えるため給電指令を守れない運転となつて

いる。N号発電ユニットにおいては給電指令が許容値に対して余裕のあるものであるため給電指令を守れる運転となつている。しかし発電所トータルとしては給電指令を守れない運転状況となる。

第18図は本発明における給電指令4と各発電ユニットの対応結果を説明した図である。給電指令値4は発電所一括で発電所負荷調整装置3に送られ、各発電ユニットの運転情報に基づき、各発電ユニットの運転状況に合わせ最適な分担を決定しているため、1号発電ユニット、2号発電ユニット及びN号発電ユニットのいずれの発電ユニットにおいても各発電ユニットの許容値内でしかも発電所トータルでも給電指令を守った運転となる。

このように同じ給電指令値に対して発電所全体から見ると従来技術ではこれを守れず、本発明によれば守るこ

とができる。この結果、発電所の各発電ユニット群に最適でかつ系統運用性向上に大きく貢献できるものである。

また、従来の中給運用は発電ユニットと1対1の対応であり、出力指令を一方的に(発電ユニット側の事情、状況は知らない。)発電ユニットに与え、発電ユニット側でこれに応えられなければ過不足分を他の発電ユニットに賄わせ最適な系統運用となるように、調整していた。

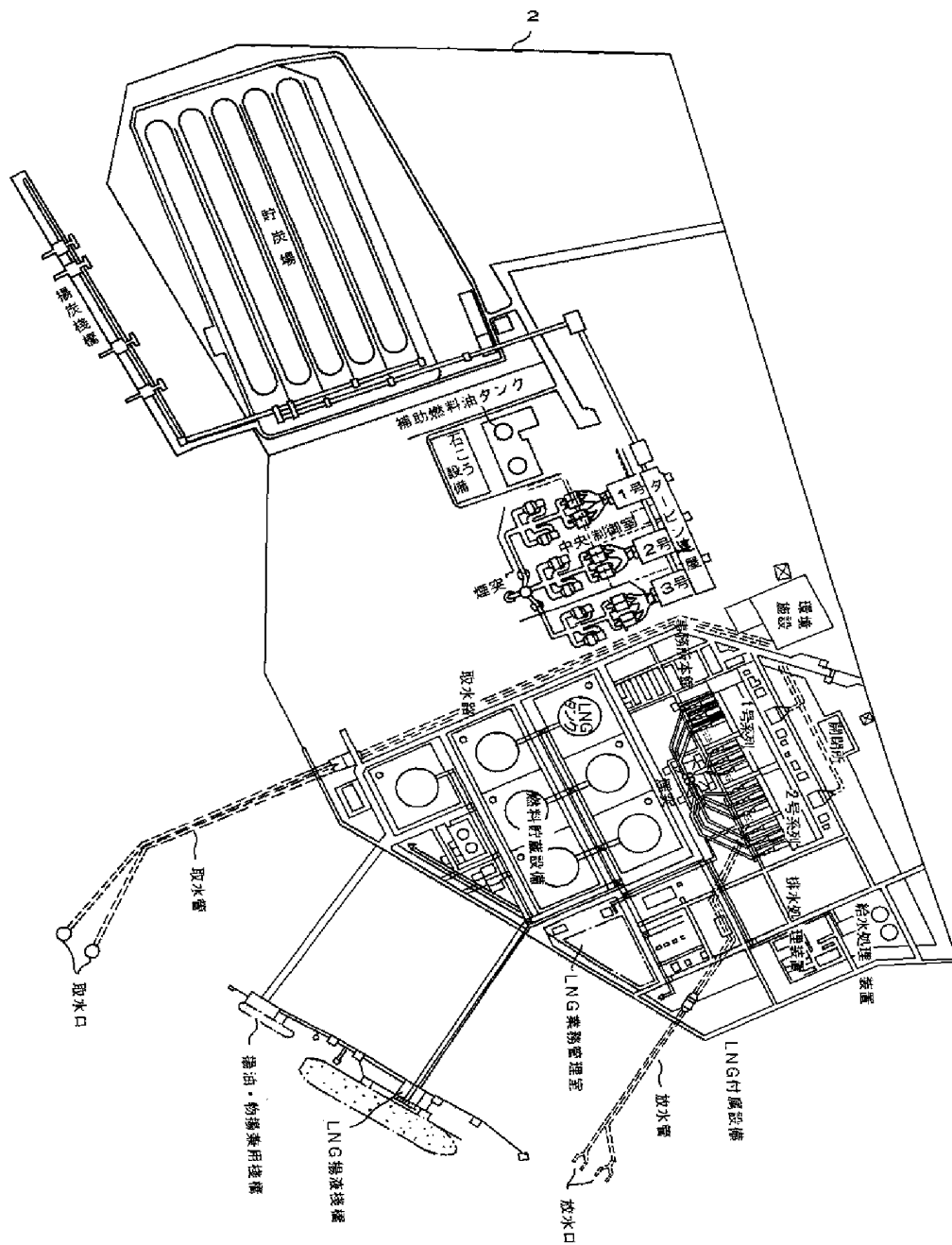
本発明による中給運用は、発電所と1対1の対応となり発電所との信号のやりとり(出力指令や出力値等)が従来に比べ少なく済み、又、発電所の各発電ユニットの出力配分は、発電所で自由に決定できる為給電指令に対して、各発電ユニット間の出力配分を調整することにより、従来に比べ中給指令を満足できる運用が出来る。又、中給も管理すべきデータが発電所単位となる為、少なくなる。

【図面の簡単な説明】

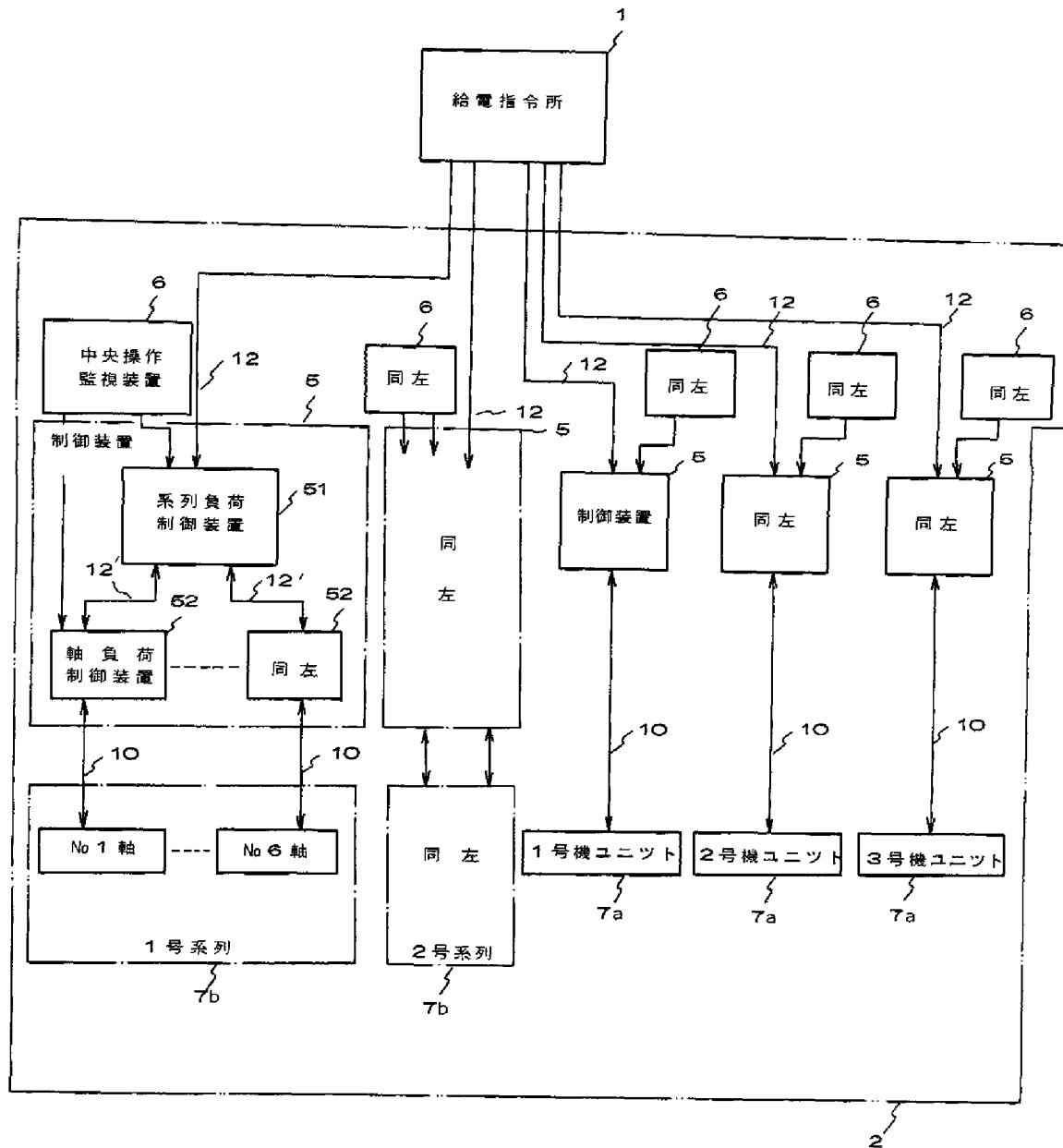
第1図は本発明の制御系統の一実施例図、第2図は典型的な発電所構成を示す図、第3図は従来の給電指令所と発電所内制御装置との関係を示す制御系統図、第4図は汽力発電ユニットの場合の各部装置間で授受される信号の説明図、第5図は複合発電ユニットの場合の各部装置間で授受される信号の説明図、第6図は発電所負荷調整装置3における給電指令配分を説明するための図、第7図、第8図、第9図は給電指令が夫々ELD信号、AFC信号、AQC信号であるときの給電指令配分を説明するための図、第10図から第15図は夫々発電ユニットの熱効率特性、負荷変化率特性、許容負荷上下限值特性、負荷変化積算回数特性、許容負荷急変変動幅特性、無効電力特性を示す図、第16図は給電指令の種別とそのときの評価項目並びに制約条件との関係を示す図、第17図は従来方式において給電指令を遵守できぬ発電ユニットが生じることを説明する図、第18図は発電所一括で給電指令を受けることによりトータルとして給電指令を遵守できることを説明する図、第19図は給電指令配分の具体手法を説明する図である。

1……給電指令所、2……発電所、3……発電所負荷調整装置、4……給電指令、5……制御装置、7……発電ユニット、8,9……発電ユニット出力配分指令並びに運転情報、10,11……運転情報、13……返信情報。

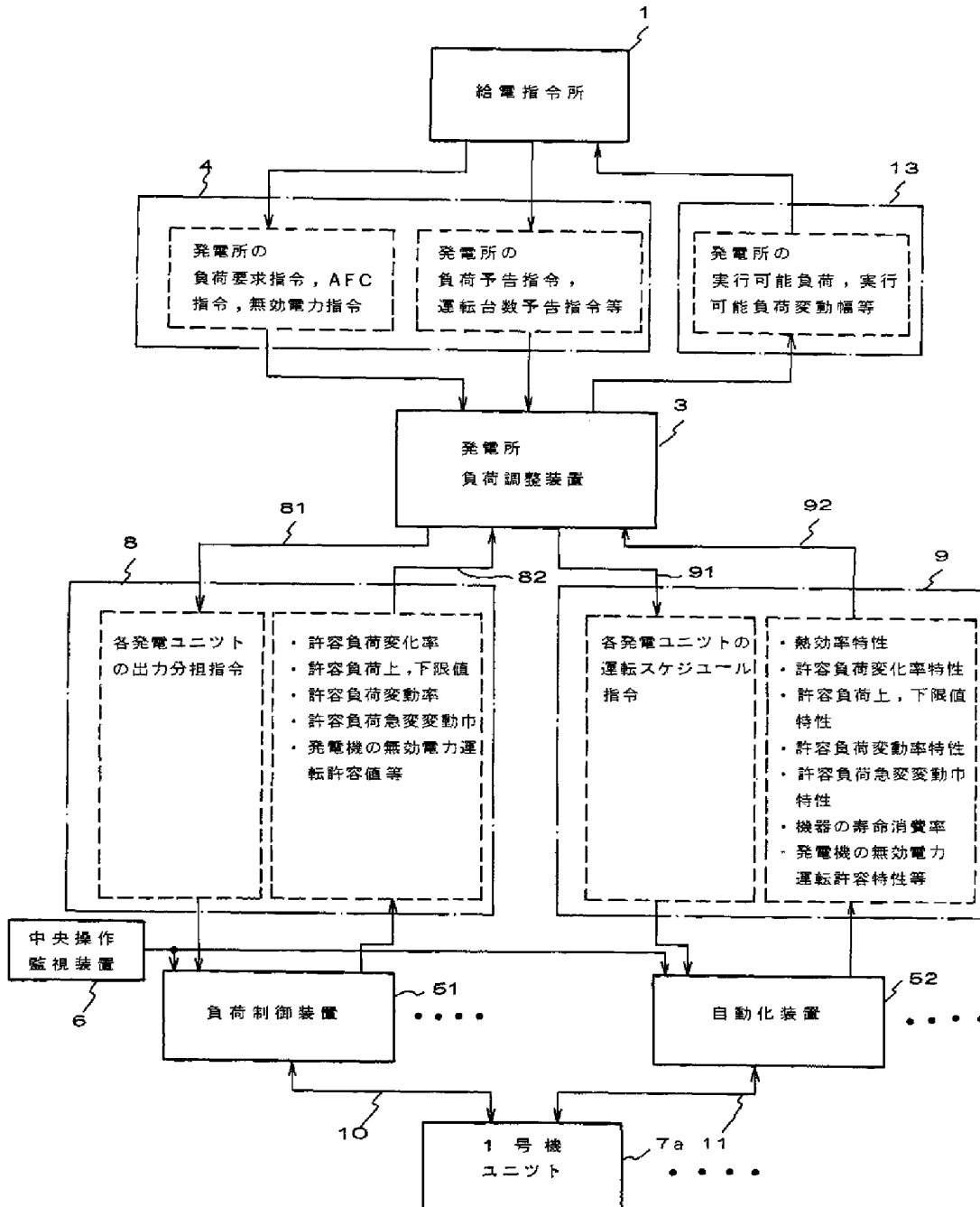
【第2図】



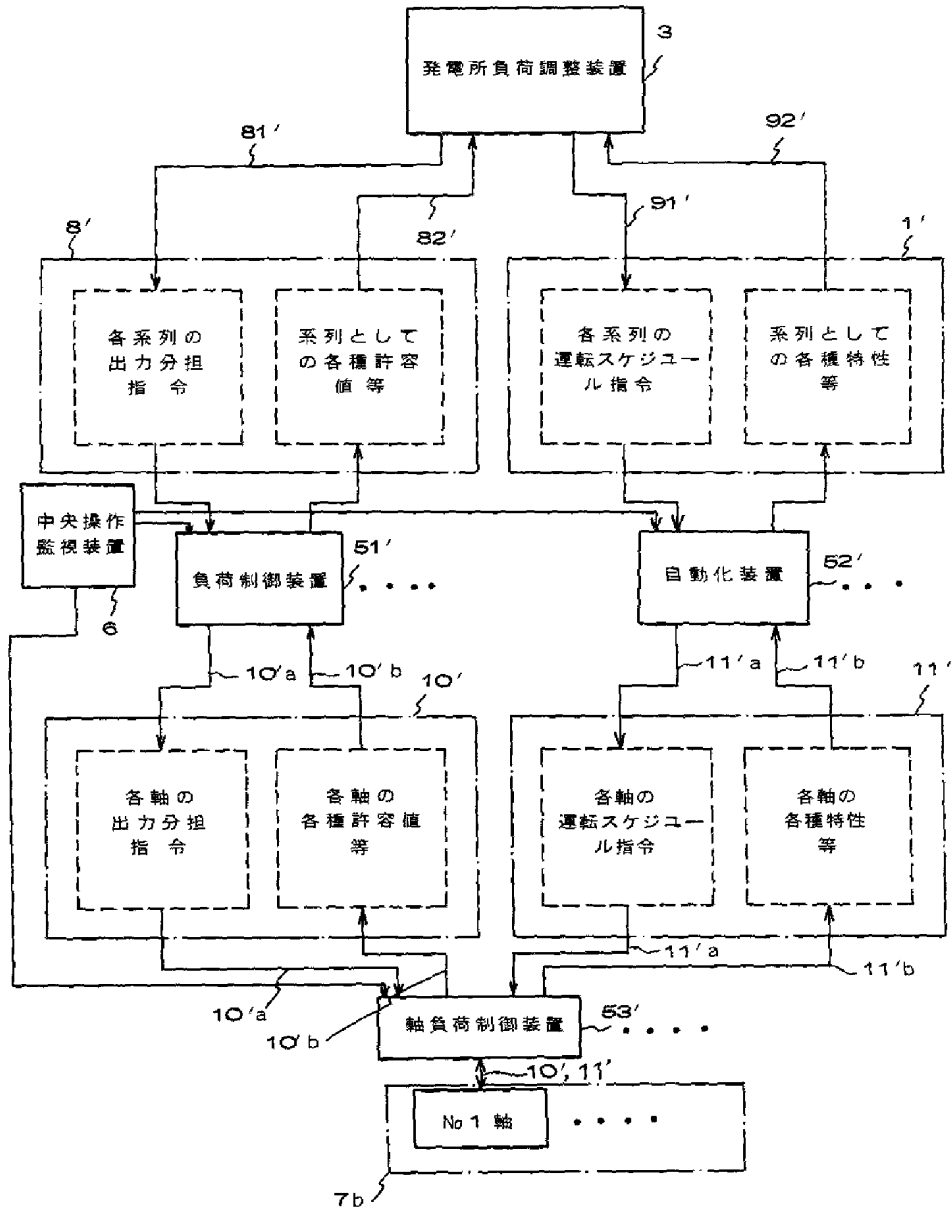
【第3図】



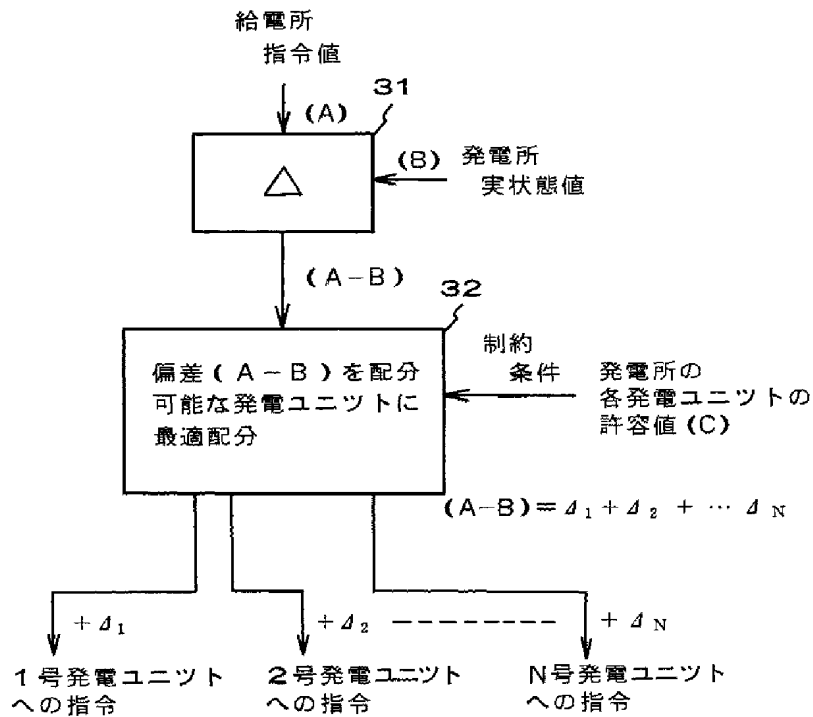
【第4図】



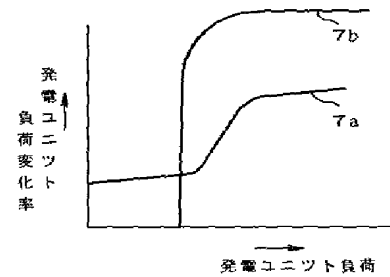
【第5図】



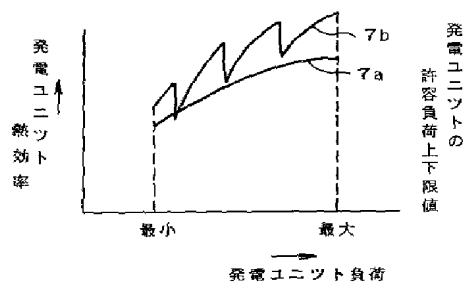
【第6図】



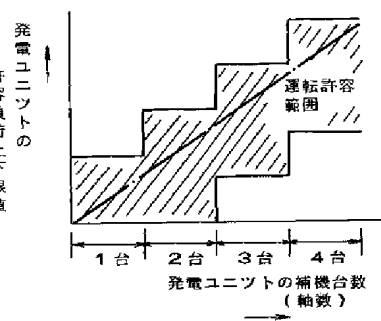
【第11図】



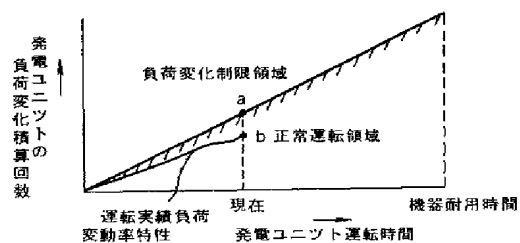
【第10図】



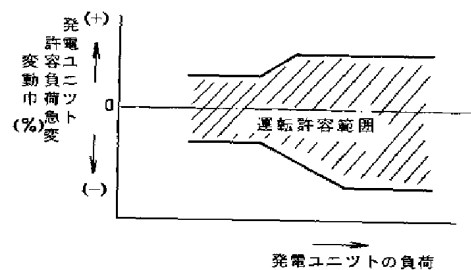
【第12図】



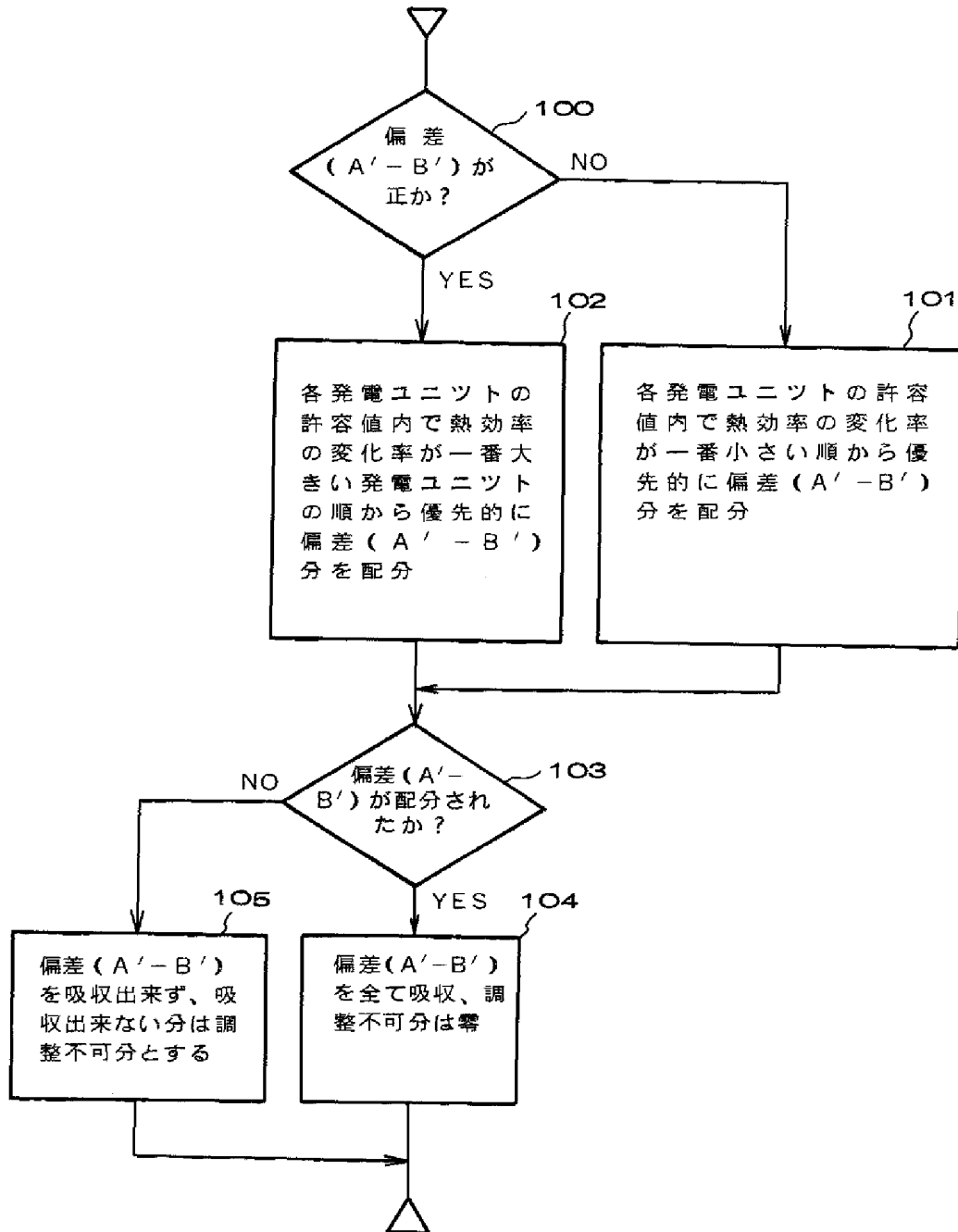
【第13図】



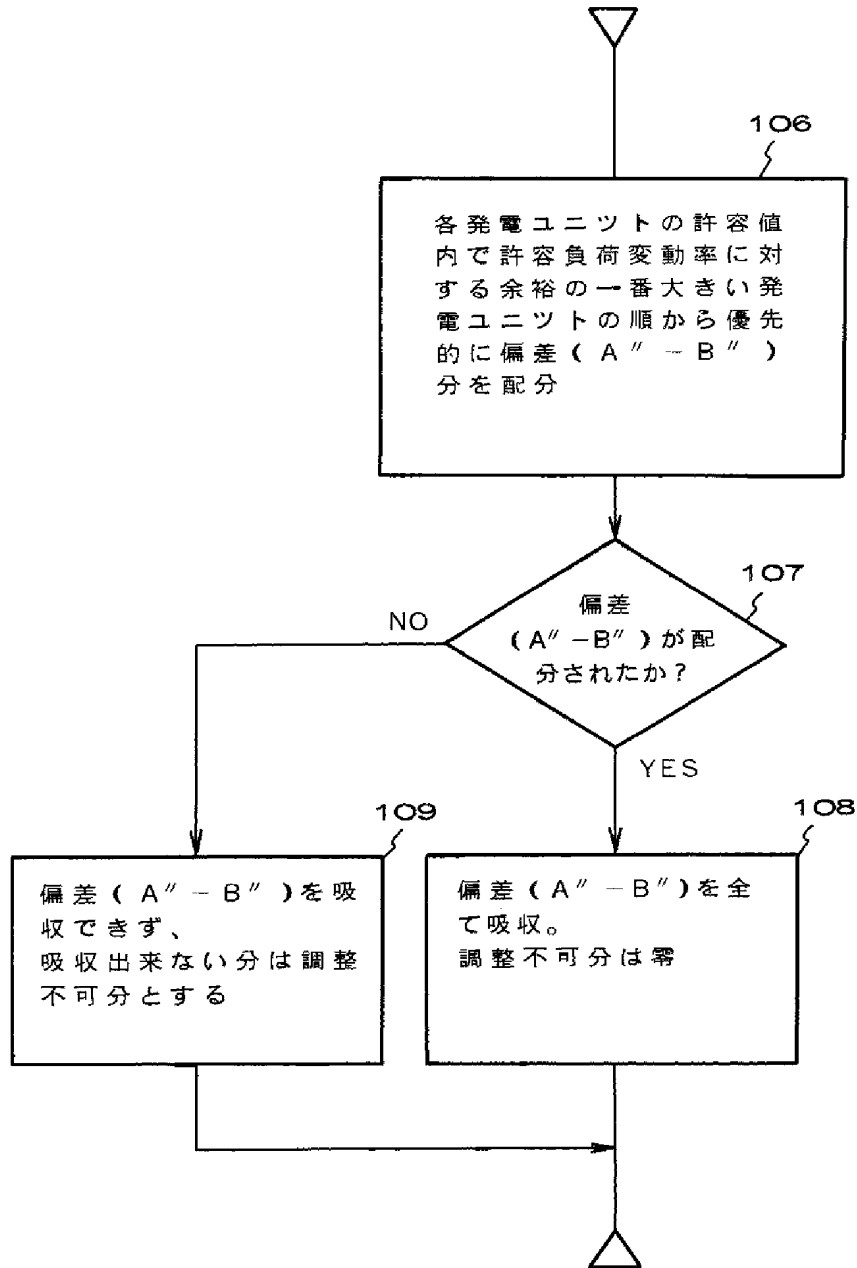
【第14図】



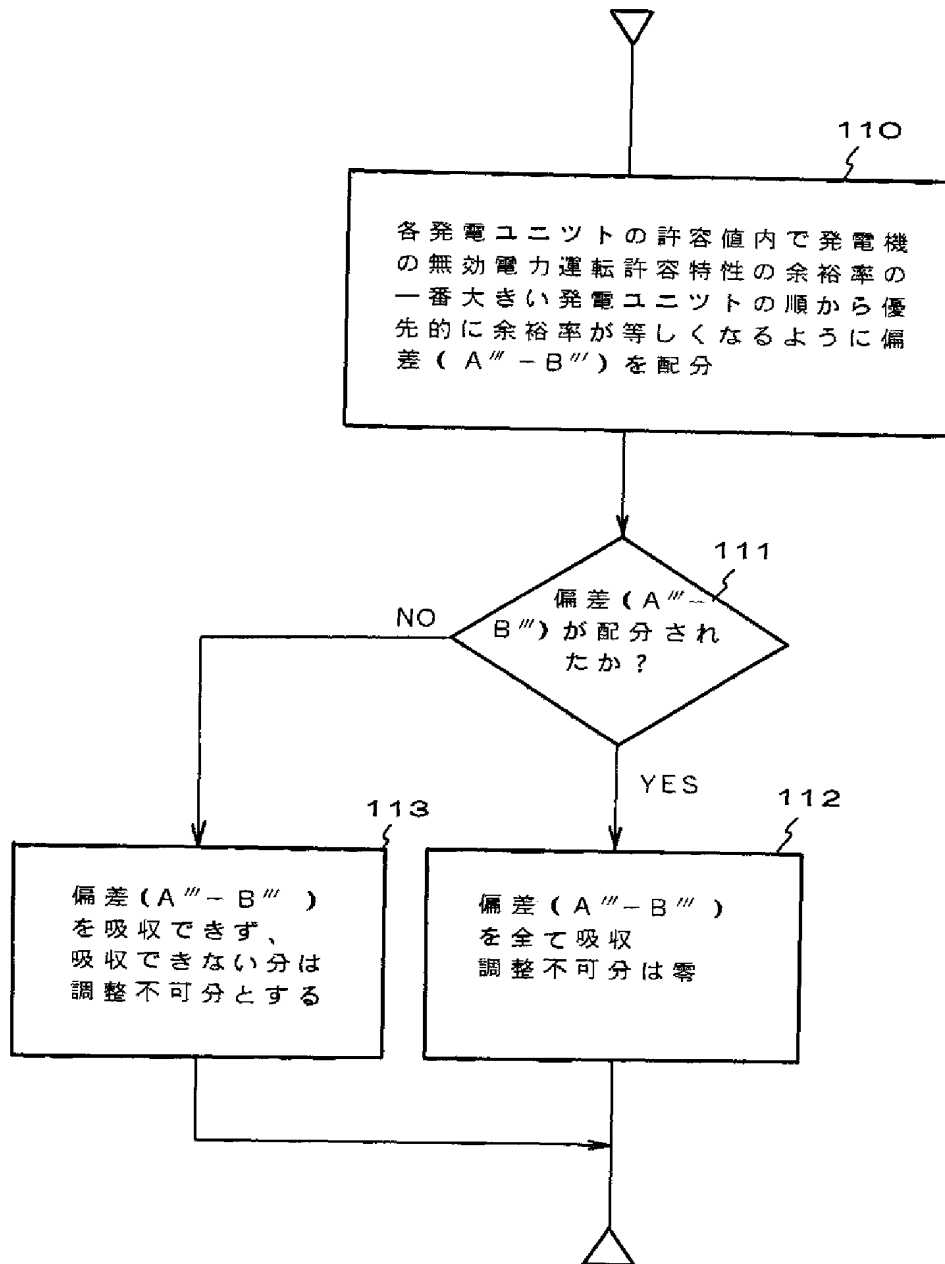
【第7図】



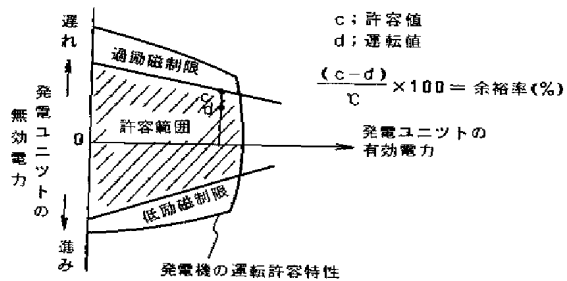
【第8図】



【第9図】



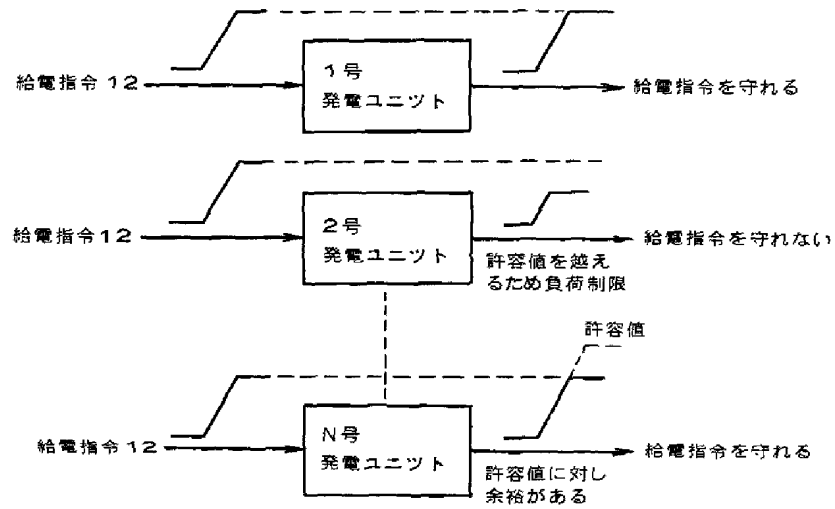
【第15図】



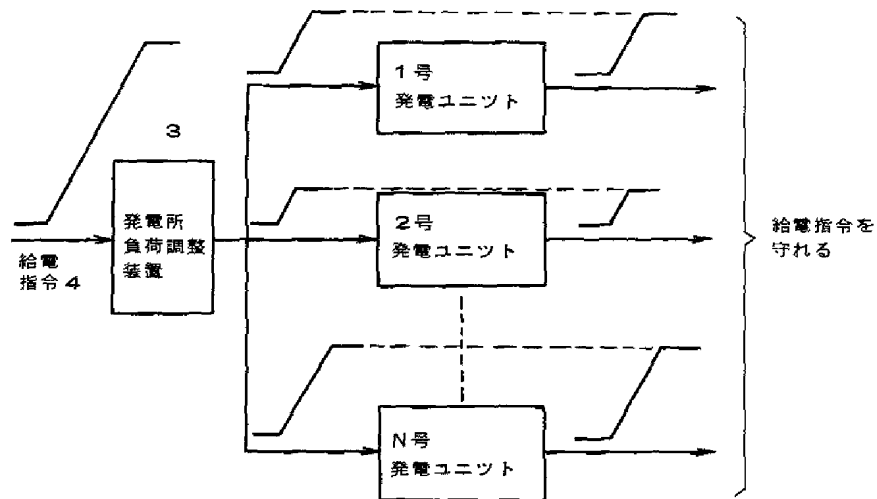
【第16図】

給電指令		制 約 条 件	評 価 項 目
E L D	負荷増減巾	<ul style="list-style-type: none"> ○ 許容負荷変化率 ○ 許容負荷上下限值 ○ 許容負荷変動率 ○ 機器の寿命消費率 	熱効率(最大)
	負荷予告指令	同 上	
A F C		<ul style="list-style-type: none"> ○ 許容負荷急変動巾 ○ 機器の寿命消費率 	許容負荷変動率 余裕(均一化)
A Q C		<ul style="list-style-type: none"> ○ 低励磁制限 ○ 過励磁制限 	無効電力余裕 (均一化)

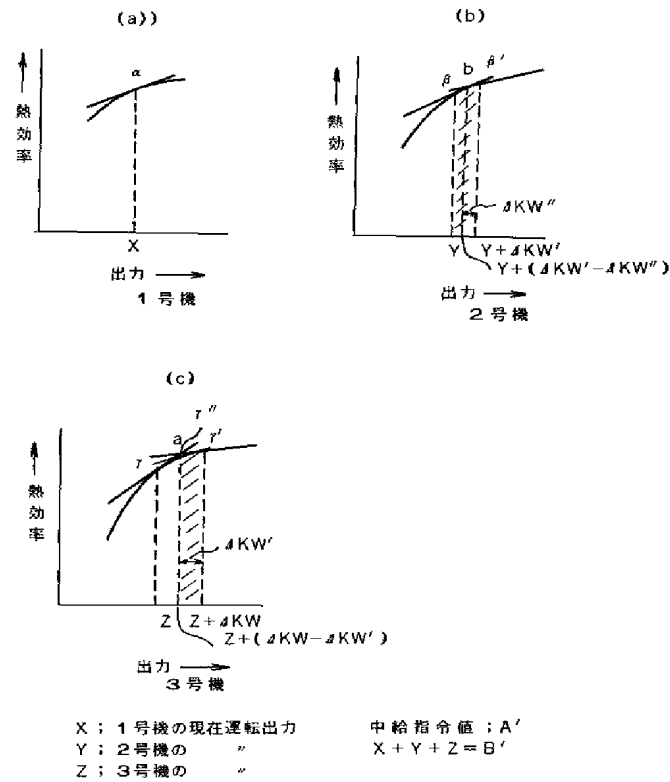
【第17図】



【第18図】



【第19図】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 昭55-117435 (J P, A)
特開 昭58-207826 (J P, A)
特開 昭63-277428 (J P, A)
特開 昭61-285029 (J P, A)
実開 昭58-97943 (J P, U)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁶, D B名)
H02J 3/38
H02J 3/46